

PAT-NO: JP02003311439A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2003311439 A

TITLE: FRICTION STIRRING WELDING METHOD AND APPARATUS

PUBN-DATE: November 5, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ISHIDA, RYOJI	N/A
FUKUYORI, KAZUNARI	N/A
OKADA, TOMONORI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HITACHI LTD	N/A
HITACHI KASADO KIKAI CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2002113670

APPL-DATE: April 16, 2002

INT-CL (IPC): B23K020/12, B23K020/26

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To form a joint having good state between both members with a friction stirring welding, even in the case of being the large gap between abutting parts of two members.

SOLUTION: After cutting a groove 41 provided with a fixed cross sectional shape with a cutting tool 60 along the abutting part of two members 10, 20, a supplementary material 30 having almost the same cross sectional shape is embedded into the groove to substantially remove the gap between the abutting part. Thereafter, three parts of the projecting parts 12, 22 and the supplementary material 30, are tack-welded and successively, the members 10, 20

and the supplemental material 30 are wholly and mutually welded with the friction stirring by using a rotating tool 81.

COPYRIGHT: (C)2004,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-311439

(P2003-311439A)

(43)公開日 平成15年11月5日(2003.11.5)

(51)Int.Cl.

B 2 3 K 20/12

20/26

識別記号

3 1 0

3 6 0

F I

B 2 3 K 20/12

20/26

テマコード(参考)

3 1 0 4 E 0 6 7

3 6 0

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2002-113670(P2002-113670)

(22)出願日 平成14年4月16日(2002.4.16)

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000125484

日立笠戸機械工業株式会社

山口県下松市大字東豊井794番地

(72)発明者 石田 良二

山口県下松市大字東豊井794番地 株式会

社日立製作所笠戸事業所内

(74)代理人 110000062

特許業務法人第一国際特許事務所

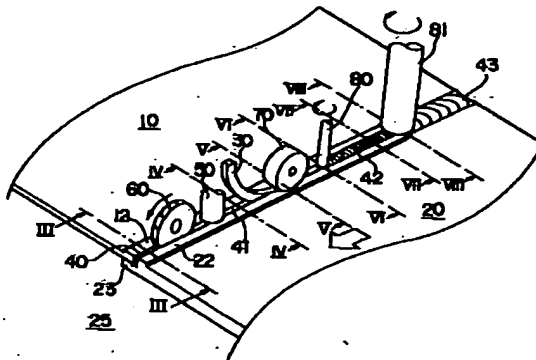
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 摩擦撹拌接合方法及び装置

(57)【要約】

【課題】 2つの部材の突合せ部の隙間が大きな場合にも、両者の間に良好な摩擦撹拌接合継ぎ手を形成する。

【解決手段】 2つの部材10、20の突合せ部に沿って、切削工具60により一定の断面形を備える溝41を切削した後、略同形断面の補填材30を前記溝に埋設して、実質的に突合せ部の隙間を除去し、その後、突部12、22及び補填材30の三者を仮付けし、次いで、回転工具81を用い、部材10、20及び補填材30相互を全面的に摩擦撹拌接合する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの部材を突合せ、  
前記突合せた接合線に沿って切削加工し、  
該切削加工によって得られた溝に補填材を配置し、  
2つの部材の外側面であって、少なくとも一方の部材と  
前記補填材の前記外側面とを第1の回転工具によって摩  
擦攪拌接合し、  
次に、前記摩擦攪拌接合の接合深さよりも深く、前記2  
つの部材と前記補填材とを第2の回転工具によって摩  
擦攪拌接合すること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項2】 請求項1記載の摩擦攪拌接合方法におい  
て、

前記第1の回転工具による摩擦攪拌接合は、前記外側面  
の前記2つの部材と前記外側面の前記補填材とを摩擦攪  
拌接合すること、

を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項3】 2つの部材を突合せ、  
前記突合せた接合線に沿って切削加工し、  
リールに巻かれた補填材を巻き戻しつつ、該補填材を一  
対の送りローラを通過させて直線状にさせつつ、前記切  
削加工によって得られた溝に前記補填材を配置し、  
次に、前記2つの部材と前記補填材とを回転工具によ  
って摩擦攪拌接合すること、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項4】 2つの部材を突合せ、  
前記突合せた接合線に沿って切削加工し、  
リールに巻かれた補填材を巻き戻しつつ、該補填材を一  
対の送りローラで挟んで送り出し、前記切削加工によ  
って得られた溝に前記補填材を配置し、  
次に、前記2つの部材と前記補填材とを回転工具によ  
って摩擦攪拌接合し、  
前記一対の送りローラによる押し出し力は前記回転工具  
による摩擦攪拌接合時に前記補填材を押し戻す力よりも大  
きく、  
前記送りローラから前記回転工具までの距離は、前記押  
し戻す力によって前記補填材が座屈する距離よりも小  
さいこと、  
を特徴とする摩擦攪拌接合方法。

【請求項5】 補填材を巻いたリールと、  
2つの部材を突合せた接合線に沿って切削する切削工  
具と、  
前記リールから前記切削加工によって得られた溝との間  
の前記補填材をガイドするものであって、前記補填材を  
内部に通すガイドチューブと、  
前記溝の挿入した前記補填材と前記2つの部材とを摩  
擦攪拌接合する回転工具と、  
からなる摩擦攪拌接合装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、摩擦攪拌接合方法  
及び装置に係り、鉄道車両、特に車体の製造に好適な接  
合加工方法に関する。

【0002】

【従来の技術】摩擦攪拌接合方法は、部材の接合部に挿  
入した工具を回転させながら部材に対して相対的に移動  
させ、工具に近接した領域の部材を塑性流動させ、部材  
を固相接合する方法である。

【0003】この場合、突合せた部材間の隙間が重要で  
ある。隙間が過大になると、良好に接合できない。鉄道  
車両の車体のように、長さが約20mで、幅が3mにな  
ると、部材の製作誤差が大きくなりやすく、隙間が過大  
になりやすい。

【0004】特開2000-233285号公報では、  
接合すべき2つの部材の突合せ部の隙間に補填材を配置  
して摩擦攪拌接合をしている。

【0005】また、特許第307075号公報(US6  
050474)では、突合せ部の近傍のそれぞれの部材  
突部を設け、摩擦攪拌接合の際、突部の金属を原資とし  
て隙間を埋めるようにしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】接合すべき部材の間に  
隙間に補填材を入れた場合、この補填材が摩擦攪拌接合  
の際、隙間から離脱しないように強固に固定しておくこ  
とが重要である。この場合、補填材を接合すべき部材に  
溶接によって固定することが考えられるが、溶接する  
と、その高温の溶接熱で、部材の歪が考えられる。ま  
た、摩擦攪拌接合した後、表面を無塗装とする場合、溶  
接部が変色として残り、美観を損ねるものである。

【0007】本発明は、良好な接合と美観のよい外観が  
得られる摩擦攪拌接合方法及び装置を提供することを目  
的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、2つの部材  
を突合せ、前記突合せた接合線に沿って切削加工し、該  
切削加工によって得られた溝に補填材を配置し、2つの  
部材の外側面であって、少なくとも一方の部材と前記補  
填材の前記外側面とを第1の回転工具によって摩擦攪拌  
接合し、次に、前記摩擦攪拌接合の接合深さよりも深  
く、前記2つの部材と前記補填材とを第2の回転工具に  
よって摩擦攪拌接合すること、によって、達成できる。

【0009】

【発明の実施の形態】本発明一実施例を図1～図10に  
従って説明する。ただし、本発明方法の技術的範囲は、  
以下に記載の実施の形態及び実施例の数値に限られず、  
その記載に基づき当該技術の分野における通常の知識を  
有する者なら、容易に実施することができる範囲に及ぶ  
ものである。

【0010】板状の2つの部材10、20を架台25に  
載せて、部材10、20の縁が対向するように突合せ

る。この状態で部材を固定する。突合せ部には隙間が生じることが多い。2つの部材10、20の対向する突合せ部の上面側には、部材10、20にそれぞれ突部12、22を設けている。また、部材20の突合せ部の下側面には、部材10の突合せ部の下面側に突出する突出片23を設けている。

【0011】上記部材10、20間の隙間40はできるだけ狭くするように、できれば隙間がないように、隙間40があっても所定隙間よりも小さくなるように、2つ部材10、20同士を押し付けて、架台25に固定している。前記所定隙間は後述する溝41と同一かそれよりも実質的に小さい。

【0012】部材10、20は、アルミニウム合金の押し出し材である。2つの部材10、20の突合せ部（面）を接合線という。後述する補填材30の材質は部材10、20の材質と同一である。

【0013】摩擦摩擦攪拌接合装置は、図1及び図2の機器（部材10、20及び架台25を除く。補填材30の供給装置を含む。）からなり、走行体の設置されており、部材10、20を固着した架台25に対して、所定の速度で、移動する。図1において、右側から左側に移動する（中白の大形矢印で示す方向）。図2では右側から左側に移動する。部材10、20に対し、左側に示す切削工具60の加工から始まって、右側の摩擦摩擦攪拌接合工具81の加工の方向に進行する。

【0014】部材10、20を架台25に固定したならば、接合線（隙間40の位置）を上側から切削工具60を用いて所定の溝41に切削する。溝41は長方形である。溝41の対向辺（部材10、20の端部）は平行である。

【0015】この切削幅は、少なくとも、隙間40を形成する両側壁面が残らない程度に大きくする。切削深さは突出片23の上面迄とする。切削はドライ切削により行う。

【0016】上記では、切削工具60を丸鋸で示したが、みぞフライス又はエンドミルでも同効である。要するに、切削の幅と深さが、一定であることが要求されている。

【0017】次に、切削工具60による切り屑を切り屑除去ノズル50からの圧縮空気で吹き飛ばすか、集塵機で吸引して除去する。

【0018】切り屑除去ノズル50の後方には、突部12、22の上面、その外側の部材10、20の上面、さらには溝41内の突出片23に接するゴム板95を配置している。これによって、切り屑が後方に移動しないように遮っている。

【0019】溝41を製作したならば、溝41に補填材30を挿入する。これはリール90の補填材30を伸ばし、溝41に導き、押えローラ70で補填材30を下方に押し、挿入する。押えローラ70は、空気シリンダ

装置71（又は、圧縮バネ）によって、補填材30の上面を溝41の下底面に向けて押し付けている。

【0020】補填材30の下面を突出片23の上面に接触させたときに、補填材30の上面が突部12、22の上面よりも僅かに高い位置を占めるように、補填材30の高さ寸法を定めている。

【0021】補填材30の断面形状は、ほぼ溝41のそれと同形である。補填材30の幅は溝41の幅とほぼ同一である。但し、補填材30は押えローラ70によって比較的容易に溝41に入るが、部材10（20）と補填材30との間に過大な隙間が空かないようにしている。補填材30の幅と溝41の幅との差は、1mm未満の大きさとする。

【0022】補填材30は回転自在なリール90に巻かれており、矯正ローラ91a、91b、91c、送給ローラ92a、92b、92c、92d、92e、92fを順次経由して押えローラ70に至る。これらのローラは補填材30に接触している。

【0023】矯正ローラ91a、91b、91cはリール90に巻かれていた補填材30を挟んで、補填材30の巻き癖をとって、直線状にするためのものである。矯正ローラ91a、91bは主としてリール90に巻いていた補填材30の内側の面に接する。矯正ローラ91cは主としてリール90に巻いていた補填材30の外側の面に接する。矯正ローラ91a、91b、91cは補填材30への接触部（ローラの外周部）は凹状である。この凹部に補填材30が入る。

【0024】送給ローラ92a、92b、92c、92dは補填材30をリール90から巻き戻し、溝30に供給するためのローラである。この送給ローラは補填材30の高さ方向の面（溝41の高さ方向に沿った面）に接触する。この送給ローラは補填材30への接触部は凹状である。この凹部に補填材30が入る。送給ローラ92a、92cは、トルクリミットを介してモータで駆動される。これによって、所定の力で補填材30を長手方向に送る。送給ローラ92a、92cは送給ローラ92b、92dにそれぞれ連結している。例えば、送給ローラ92a、92c、92b、92dの外周部にはギアがあり、送給ローラ92a、92cのギアは送給ローラ92b、92dのギアに噛み合っている。

【0025】送給ローラ92a、92b、92c、92d、92e、92fは、補填材30の案内ローラである。送給ローラ92e、92fにはモータがない。送給ローラ92e、92fは補填材30の高さ方向の面（溝41の高さ方向に沿った面）に接触する。この送給ローラは補填材30への接触部は凹状である。この凹部に補填材30が入る。

【0026】補填材30を溝41に挿入したら、押えローラ70の後方において、回転工具80によって、補填材30を部材10、20に仮付け接合する。この接合は

回転工具80による摩擦攪拌接合である。

【0027】通常、摩擦攪拌接合の回転工具は大径部の先端に小径部を有するが、この回転工具80は小径部を有していない。回転工具80の先端は平である。回転工具80は上方から、部材10、20及び補填材30に挿入する。回転工具80の軸心は通常の回転工具と同様に傾斜している。傾斜方向は同一である。回転工具80は回転している。

【0028】回転工具80の径は溝41の幅よりも若干大きい程度である。例えば、溝41の幅が3mmのと  
き、回転工具80の径は6mmである。突部12、22への回転工具80の挿入深さは、仮付けであるので、少しである。例えば、突部12、22の上面から1.0mmである。この仮付け接合は、後述する回転工具81による摩擦攪拌接合の際に、補填材30が溝41から離脱しない接合強度にする。すなわち、この接合強度が得られる挿入深さとする。

【0029】補填材30の上端は突部12、22の頂よりも高い位置にある。補填材30は突部12、22よりも突部になっている。このため、補填材30と溝41の製作誤差によって両者の間に隙間があっても、補填材30の突部によって、この隙間を埋めることができる。したがって、補填材30を部材10、20に強固に固定できる。また、補填材30を押えローラ70で押えて挿入するとき、補填材30を突出片23に密着させることができ、強固な接合につなげることができる。

【0030】回転工具80によって接合したとき、接合部の上面側は若干凹む。図7、図8では接合部の上面を平らに図示している。

【0031】回転工具80の大径部の外周面にはネジを設けてないので、摩擦攪拌接合時に、補填材30、突部12、22を回転工具80の軸方向に押し出すおそれがない。

【0032】回転工具80の位置は、できるだけ押えローラ70の位置に近接させることが望ましい。

【0033】次に、回転工具81で、突部12、22及び補填材30の3者を摩擦攪拌接合する。この接合は部材10、20を本格的に接合するためのものである。

【0034】回転工具81は大径部の先端に小径部を有するものである。小径部の径は補填材30の幅、及び溝41の幅よりも若干大きい。摩擦攪拌接合時、回転工具81の大径部と小径部との境の下端は、突部12、22を除く部材12、22の上面よりも上方であって、突部12、22の頂よりも下方に位置する。同じく、回転工具81の小径部の先端は、突出片23の上面の近傍かまたは突出片23の内部に位置する。

【0035】前記のように補填材30と部材10、20との間に隙間があったとき、突部12、22を除く部材10、20の上面よりも上方の突部12、22、および補填材30を原資として、前記隙間を埋める。接合部の

上面側は若干凹む。

【0036】次に、必用であれば、突部12、22を除く部材10、20の上面よりも上方の突部12、22、及び補填材30（接合部になっている）を切削加工して、平滑にする。

【0037】図9は、摩擦攪拌接合部のうち、部材10、20の表平面よりも上の突部12、22及び接合部を切除し、平滑にした摩擦攪拌接合部の断面を示す。43は摩擦攪拌接合部である。

【0038】切削工具60、回転工具80、81はそれぞれ接合線の直角方向、すなわち隙間40（溝41）の幅方向に単独で移動できるようにしている。これは、接合線（隙間40、溝41）の位置を検出してその中心に切削工具60、回転工具80、81を位置させるためである。また、切削工具60、回転工具80、81は、それぞれ単独で上下動できる。これは切削工具60による切削深さ（溝41の深さ）、回転工具80、81による接合深さを所定にするためである。

【0039】このため、突部12、22を検出する光学センサ（図示せず）をそれぞれ備えている。光学センサは2つの突部12、22の幅の位置を検出し、この幅の中心の位置に切削工具60、回転工具80、81を位置させる。また、突部12、22の頂の位置を検出して、切削工具60、回転工具80、81の挿入深さを所定にする。

【0040】送給ローラ92a、92b、92c、92dによる補填材30の駆動力は、回転工具81で摩擦攪拌接合する際、補填材30を押し戻す力が発生するので、この押し戻し力に対向する力でなければならない。

【0041】送給ローラ92e、92fから押えローラ70までの距離、押えローラ70から回転工具80までの距離、回転工具80から回転工具81までの距離は、前記補填材30を押し戻す力によって、それぞれの個所で補填材30が座屈を発生しない距離でなければならない。

【0042】この実施例によれば、2つの部材を突合せ接合する場合、接合線に沿って若干の隙間が存在することがあっても、接合線を切削して所定の隙間に成形し、次に補填材を挿入して、接合線の隙間を実質的に除去し、摩擦攪拌接合を施すので、良好な接合を行うことができる。

【0043】摩擦攪拌接合後、接合部を平滑にし、ヘアーライン加工仕上げを施す場合、補填材30の材質は母材（部材10、20）と同一材質であるので、接合部の変色が少なく、見栄えが悪くならない。

【0044】なお、回転工具80は回転工具81と同様に、大径部の先端に小径部を有するものであってもよい。

【0045】図11の本発明の他の実施例を説明する。同図中の符号で図1～図10と同一符号は実質的に同一

10

20

30

40

50

部材である。この実施例は、主として、仮接合を廃止したものである。

【0046】送給ローラ92a、92b、92c、92dは、図2の場合に比べて、90度向きを変えて設置している。矯正ローラ91a～91bから送給ローラ93a～93dまでの間にガイドローラがあっても良いが、ここでは除き、代わりに、ガイドチューブ94を設けている。ガイドチューブ94は対磨耗性で、剛性があり、かつ可撓性があるものである。例えば、テフロン(登録商標)チューブである。ガイドチューブ94の内径と補填材30との間には適宜な隙間がある。ガイドチューブ94の両端は、この摩擦攪拌接合装置を設置した走行体(図示せず)に固定している。図11において、ガイドチューブ94内の補填材30を実線で示している。押えローラ70はあっても良いが、ここでは除いている。仮接合用の回転工具80は除いている。

【0047】送給ローラ92a～92dの送給力は、回転工具81による前記押し戻す力に対して補填材30を供給できる力である。送給ローラ93a～93dから回転工具81までの距離は、前記押し戻す力によって補填材30が座屈しない距離である。これによって、回転工具80の仮接合を省略することができる。

【0048】送給ローラ92a～92fを用いる場合、これらを走行体に対して移動自在に設けなければならないが、代わりに、ガイドチューブ94を用いると、構成を簡単にできるものである。

【0049】上記本発明方法を実施する際に使用される、各部の大きさの一例について、以下に説明する。部材10、20、及び補填材30の材質：アルミニウム合金、

部材10、20の板厚(突部12、22の厚さを除く): 4mm、

突部12、22の幅: 8mm、

突部12、22の高さ(部材10、20の板厚を除く): 2mm、

溝41の幅: 3mm、

溝41の深さ: 6mm、

補填材30の幅: 3mm、

補填材30高さ: 6.5mm、

回転工具80の径: 6mm、

回転工具80の摩擦攪拌接合深さ: 突部12、22の表面から1.0mm。

【0050】

【発明の効果】本発明方法によれば、2つの部材の突合せ部の隙間を切削して、隙間を埋める部材を埋設し、実質的に突合せ部材間の隙間を除去した上で、摩擦攪拌接合を施すので、良好な摩擦攪拌接合を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の工程を示す模式斜視図。

【図2】本発明の一実施例の工程、特に補填材の供給装置の側面略図。

【図3】図1におけるIII-III断面図。

【図4】図1、図2におけるIV-IV断面図。

【図5】図1、図2におけるV-V断面図。

【図6】図1、図2におけるVI-VI断面図。

【図7】図1、図2におけるVII-VII断面図。

【図8】図1におけるVIII-VIII断面図。

【図9】突合せ摩擦攪拌接合部を平滑加工した部材の接合部断面図。

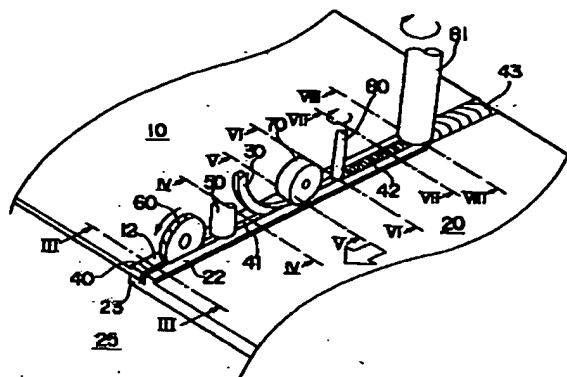
【図10】図2におけるX矢視図。

【図11】本発明の他の実施例の工程、特に補填材の供給装置の側面略図。

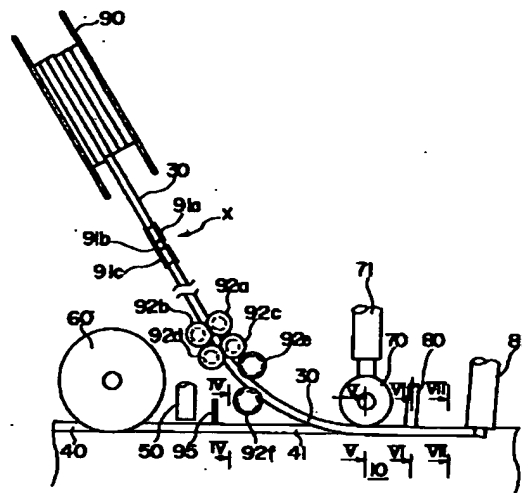
【符号の説明】

- 10、20 部材
- 12、22 突部
- 23 突出片
- 25 架台
- 30 補填材
- 40 隙間
- 41 溝
- 43 摩擦攪拌接合部
- 50 切り屑除去ノズル
- 60 切削工具
- 70 押えローラ
- 71 空気シリンダ装置
- 80、81 回転工具
- 83 回転工具の小径部
- 90 リール
- 91a～91c 矯正ローラ
- 92a～92f 送給ローラ
- 93a～93d 送給ローラ
- 94 ガイドチューブ
- 95 切り屑排除板

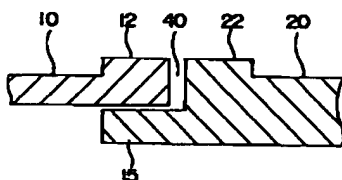
【図1】



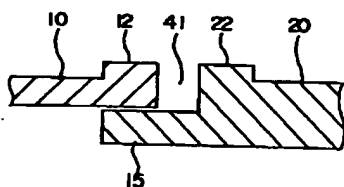
【図2】



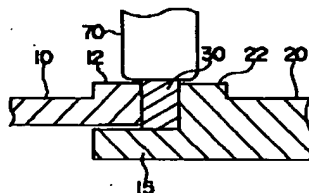
【図3】



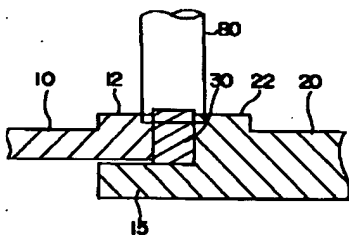
【図4】



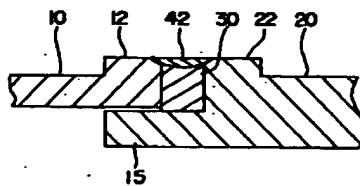
【図5】



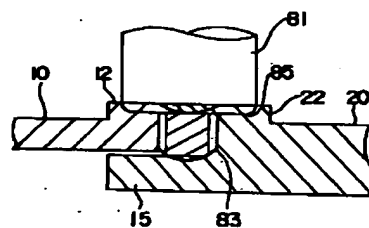
【図6】



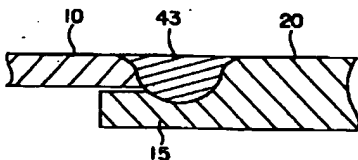
【図7】



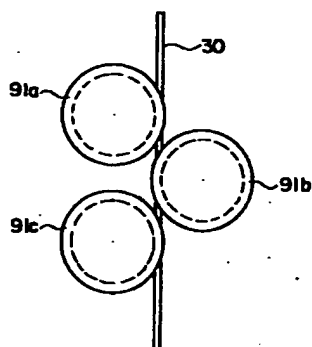
【図8】



【図9】

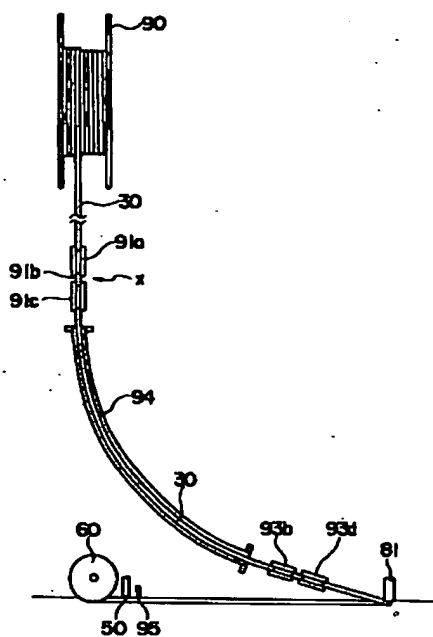


【図10】





【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 福寄 一成  
 山口県下松市大字東豊井794番地 日立笠  
 戸機械工業株式会社内

(72)発明者 岡田 智仙  
 山口県下松市大字東豊井794番地 株式会  
 社日立製作所笠戸事業所内  
 Fターム(参考) 4E067 AA05 BG00 CA04 DA14 DA17  
 DC07 EA08 EB00 EC01